

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】電力回路が実装されている中央部の第1部分と、前記第1部分の周りに前記第1部分と異なる高さで形成されており前記電力回路を駆動するための制御回路が実装されている第2部分と、前記第2部分に連結されており外部から電気的な信号を出力したり伝達を受けるためのターミナルとを含むリードフレームと、絶縁性及び熱伝導性を有する物質からなっており、前記電力回路が形成されている前記第1部分の一面に対向する前記リードフレームの他の面の上部に形成されている絶縁体と、絶縁性を有する物質で形成され前記電力回路及び前記制御回路を囲んでおり、前記リードフレームと前記絶縁体に結合されている封止材とを含む半導体電力モジュール。

【請求項2】前記第1部分または第2部分に形成されており、前記電力回路に形成されている半導体電力素子から発生する熱を感知する熱感知回路をさらに含む請求項1に記載の半導体電力モジュール。

【請求項3】前記絶縁体は前記リードフレームに直接接触する請求項1に記載の半導体電力モジュール。

【請求項4】前記絶縁体は前記リードフレームまたは前記封止材に接着剤を通じて付着されている請求項1に記載の半導体電力モジュール。

【請求項5】前記接着剤の充填材は $\text{Al}_2\text{O}_3$ または $\text{AlN}$ を含む請求項4に記載の半導体電力モジュール。

【請求項6】前記絶縁体及び前記封止材は前記絶縁体及び前記封止材に形成されている溝または環を通じて結合されている請求項1に記載の半導体電力モジュール。

【請求項7】前記絶縁体は薄い板形態であり、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{AlN}$ または $\text{BeO}$ からなる請求項1に記載の半導体電力モジュール。

【請求項8】中央部の第1部分と前記第1部分の周りに前記第1部分と異なる高さで形成されている第2部分とを含み、内部連結パターン構造に形成されたリードフレームの上部の前記第1及び第2部分の一つの面の上に電力回路と制御回路をそれぞれ載せてダイボンディングする段階と、前記電力回路及び前記制御回路の各電極と前記リードフレームの対応する部分を配線を用いてワイヤーボンディングする段階と、モールドダイで封止材を用いて前記リードフレーム、前記電力回路、前記制御回路及び前記配線をモールドイングする段階と、絶縁性及び熱伝導性を有する絶縁体を前記一面と対向する他の面の前記第1部分の前記リードフレームの上部に結合する段階とを含む半導体電力モジュールの製造方法。

【請求項9】前記ダイボンディング段階で第1部分または第2部分の前記一面の上部に前記電力回路の半導体電

力素子から発生する熱を感知する熱感知回路をさらに載せる請求項8に記載の半導体電力モジュールの製造方法。

【請求項10】前記結合段階で前記絶縁体は前記リードフレームの前記他の面の上部に直接接触させる請求項8に記載の半導体電力モジュールの製造方法。

【請求項11】前記結合段階で前記絶縁体と前記リードフレームは接着剤を利用して結合する請求項8に記載の半導体電力モジュールの製造方法。

10 【請求項12】前記接着剤の充填材は $\text{Al}_2\text{O}_3$ または $\text{AlN}$ を含む請求項11に記載の半導体電力モジュールの製造方法。

【請求項13】前記結合段階で前記絶縁体と前記封止材は溝または環を通じて結合させる請求項8に記載の半導体電力モジュールの製造方法。

【請求項14】前記絶縁体は薄い板形態で $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{AlN}$ または $\text{BeO}$ で形成される請求項8に記載の半導体電力モジュールの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

20 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体電力モジュールに係り、より詳しくは、多数の半導体電力素子とこれらを駆動する多数の駆動素子を有する半導体電力モジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、半導体電力モジュールとは多数の半導体電力素子と駆動素子をリードフレーム (lead frame) のダイパッド (die pad) の上部に実装した後、ヒートシンク (heat sink) という放熱用金属板と共にモールドイング (molding) 用エポキシ樹脂 (epoxy resin) を用いてパッケージしたものをいう。

30 【0003】このような半導体電力モジュールはスイッチングを通じて主電流の流れを制御する半導体電力素子を有する電力回路と半導体電力素子を駆動するための駆動素子を有する制御回路とを含む。また、制御回路は半導体電力素子を駆動するための駆動素子と非正常的に発生する損傷から半導体電力素子を保護するための保護回路とを含む。

40 【0004】この時、電力回路は半導体電力素子の内部を流れる主電流によって熱が大量に発生するため熱放出構造を採択している。その反面、制御回路は流れる電流が弱いため熱放出構造を採択する必要がない。このように、一つの単位素子で温度の観点から互いに異なる構造を有する2つの回路を含む半導体電力モジュールは最適化が要求されている。

【0005】一方、米国特許5,703,399号には電力回路及び駆動回路がそれぞれ形成されているリードフレーム、熱伝導性を有し電力回路が形成された面に対応する部分に形成されているヒートシンク及びヒートシンクとリードフレームとの間に満たされた封止材を含む

半導体電力モジュールが記載されている。このような半導体電力モジュールは内部連結構造及び外部ターミナル（external terminal）を有するリードフレームと優れた熱伝導性を有するヒートシンクと絶縁性が優れておりリードフレームとヒートシンクとを結合させる封止材とを含むことを特徴としており、製造費用を減少させることができる長所を有している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、導電体であるヒートシンクを利用するため製造費用を減少させることには限界があり、製造工程中には導電物質からなるヒートシンクを結合するために絶縁物質からなる封止材で絶縁内圧を維持するためにヒートシンクとリードフレームのターミナルとの間の距離を確保しなければならないため製造工程が複雑になる問題点がある。

【0007】本発明はこのような課題を解決するためのものであって、その目的は熱放出能力を向上させこれと同時に製造費用を最少化することができる半導体電力モジュールを提供することにある。

【0008】本発明の他の目的は半導体電力モジュールの製造方法を単純化することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】このような課題を解決するための本発明による半導体電力モジュールではリードフレームの電力回路が実装されている中央部とこれを除いた周辺部とが互いに異なる高さで形成されており、中央部の電力回路が実装されている一面に対向する他の面の上部にはヒートシンクの代わりをする絶縁体が熱伝導性及び絶縁性に優れた物質で形成されている。

【0010】本発明による半導体電力モジュールにおいて、リードフレームは電力回路が実装されている中央部の第1部分と、第1部分の周りに形成されており電力回路を駆動するための制御回路が実装されている第2部分と、第2部分に連結されており外部から電気的な信号を出力したり伝達を受けるためのターミナルとを含む。この時、電力回路及び制御回路はリードフレームの一面の上部に形成されており、第1部分及び第2部分は互いに異なる高さで形成されている。絶縁性及び優れた熱伝導性を有する物質からなる絶縁体が電力回路が形成されている第1部分に対向するリードフレームの他の面の上部に形成されている。封止材は絶縁性及び熱特性を有する物質で形成され電力回路及び制御回路を囲んでおり、リードフレーム及び絶縁体に結合している。

【0011】このような本発明による半導体電力モジュールは第1または第2部分に形成されており、第1部分に形成されている半導体電力素子から発生する熱を感知する熱感知回路をさらに含むことができる。

【0012】この時、絶縁体はリードフレームに直接接触するように形成することができるが、そうでないこともある。また、絶縁体は前記リードフレームに接着剤を

通じて付着することができ、絶縁体及び封止材に溝または環を形成して付着することもできる。

【0013】ここで、絶縁体は薄い板形態を有し、 $Al_2O_3$ 、 $AlN$ または $BeO$ で形成することが好ましい。

【0014】このような本発明による半導体電力モジュールでは電力回路が形成されている第1部分が屈曲されて封止材の外周部分と絶縁体に隣接するように形成されているため電力回路から発生する熱が効果的に放出される。ここで、絶縁体はヒートシンクの機能の代わりをする。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、添付した図面に基づいて本発明の実施例による半導体電力モジュール及びその製造方法について、本発明の属する技術分野において通常の知識を有する者が容易に実施することができるように詳細に説明する。

【0016】図1は本発明の第1実施例による半導体電力モジュールの構造を概略的に示した断面図であり、図2は本発明の一実施例による半導体電力モジュール用リードフレームの構造を示した平面図である。

【0017】図1に示されているように、本発明の実施例による半導体電力モジュール100は中央部に位置する電力回路10と、電力回路10から放出される熱を感知する熱感知回路20と、縁部に位置し電力回路10の動作を制御する制御回路30とを含んでいる。

【0018】電力回路10は半導体電力モジュール100の動作をスイッチングする素子であって、半導体電力素子11を含んでいる。通常的に半導体電力素子11はエミッタ、コレクター及びゲート電極を有しており、ゲート電極に印加された信号によってコレクター電極からエミッタ電極で流れる電流をスイッチングする。この時、電力回路10は過度な逆電流などから半導体電力素子11が破壊されることを防止するために保護用素子をさらに含むことができる。

【0019】熱感知回路20はサーミスタ（thermist or）素子21を含み、半導体電力素子11の内部を流れる電流によって大量に発生する熱によって半導体電力素子11が破壊されたり誤動作することを防止するために使用される。ここで、熱感知回路20は半導体電力素子11から発生する熱を感知して、半導体電力素子11がどの程度の温度で動作するか感知して半導体電力素子11が破壊されたり誤動作しないように制御する機能を有する。

【0020】電力回路10に電気的に連結された制御回路30は集積回路素子31を含み、図面には具体的に示さなかったが、抵抗素子または容量素子などを含むことができる。

【0021】また、図1に示されているように、本発明の実施例による半導体電力モジュールは、上部面に電力

10

20

30

40

50

回路10、熱感知回路20及び制御回路30に形成されている半導体電力素子11、サーミスター素子21及び集積回路素子31などを含む素子が実装されており、銅などのように熱伝導性に優れた物質からなるリードフレーム40を含む。この時、リードフレーム40の上部に実装されている多数の素子は樹脂等で包まれない、即ち、モールディング(molding)されない状態であり、ワイヤーボンディング(wire bonding)工程の配線50を通じてリードフレーム40の対応する部分に電気的に連結されている。この時、配線50は金またはアルミニウムを利用して形成することができる。

【0022】図2に示されているように、リードフレーム40は電力回路10及び熱感知回路20が実装されており、中央部に位置する第1部分41と、第1部分41と異なる高さで形成されており第1部分41の周りに位置し制御回路30が実装されている第2部分42を含む。図面に第1部分41は点線で表示されており、第2部分は太い実線で表示されている。

【0023】リードフレーム40の第1部分41は電力回路10の半導体電力素子11(図1参照)が実装される電力パッド部411と、熱感知回路20のサーミスター素子21が実装される感知パッド部211とを有し、リードフレーム40の第2部分42は端部である第1部分41の周りに位置し制御回路30の集積回路素子31が実装される制御パッド部311を有する。

【0024】また、リードフレーム40は電力回路10と熱感知回路20と制御回路30とを配線50を通じて相互連結されるようにする相互連結パターンに形成されており、第2部分42に連結されており外部から電気的な信号を出力したり伝達を受けるためのターミナル(terminal)43を有する。このような相互連結パターンはリードフレームを製造する工程で多様な製品の仕様に

応じて多様に設計することができる。

【0025】このようなリードフレーム40には端部に組立(assembly)時にリードフレーム40の位置を固定させるための開口部401が形成されている。この時、多数のターミナル43とパッド部411、311、211は連結部45を通じて互いに一体に連結されており、図1のようにモールディング工程が終了すると、連結部45は除去され、多数のターミナル43は互いに分離される。

【0026】ここで、リードフレーム40は銅またはこれを含む合金で形成することが好ましく、酸化されることを防止するために表面処理を実施するのが好ましい。表面処理方法としては主に電気メッキを利用し、メッキ物質としてはニッケルなどを使用し、素子が実装される部分にはメッキを追加的に実施するのが好ましい。

【0027】また、本発明の実施例による半導体電力モジュールはリードフレーム40、多数の素子11、21、31及び配線50を保護することができるよう

れらを囲んだ封止材60を含み、封止材60は絶縁性に優れた物質の樹脂からなる。

【0028】また、本発明の実施例による半導体電力モジュールは半導体電力素子11が形成されているリードフレーム40の上部面と対向する下部面に形成されており、 $Al_2O_3$ 、 $AlN$ 、 $BeO$ などのような熱伝導性に優れると共に絶縁性に優れた物質からなる絶縁体70を含む。ここでは、絶縁体70がリードフレーム40の下部面に直接接するように形成したが、封止材60をリードフレーム40の下部面まで十分に形成する場合には絶縁体70はリードフレーム40の下部面に接しないで封止材60の下部面に接するように形成することもできる。

【0029】このような本発明の実施例による半導体電力モジュールの構造では、図1に示されているように、リードフレーム40は屈曲部44を通じて鈍角で屈曲して第1部分41と第2部分42とは互いに異なる高さで形成されており、第1部分41は絶縁体70に隣接するように形成されている。これによって、半導体電力素子11が実装されている第1部分41はモジュールの外郭により隣接するように形成されていると同時に絶縁体70に接しているため半導体電力素子11から発生する熱を絶縁体70を通じて効果的に放出することができる。ここで、絶縁体70は熱伝導性に優れた物質からなってヒートシンクの機能に代え、屈曲部44は第1及び第2部分41、42より薄い幅で形成されている。また、ターミナル43と連結されている第2部分42は第1部分41に対して絶縁体70の反対方向に屈曲している。従って、以後の工程で絶縁体70の下部面に付着されるターミナル43と無限防熱板(図示せず)との間に距離を確保してターミナル43と無限防熱板との接触を防止することができる。ここで、無限防熱板は半導体電力モジュール100が実装される装置の防熱板である。

【0030】また、このような本発明の実施例による半導体電力モジュールでは、防熱板である金属物質のヒートシンク(heat sink)の代わりに絶縁体70を使用することによって製造原価を節減することができる。

【0031】このような本発明の第1実施例では熱感知回路20がリードフレーム40の第1部分41に形成されているけれど、第2部分42に形成することもでき、省略することもできる。また、制御回路30をリードフレーム40の第1部分41に形成することもできる。

【0032】以下、このような本発明の実施例による半導体電力モジュールの製造方法について詳細に説明する。

【0033】先ず、図2に示されているように、リードフレーム40をスタンピング(stamping)工程を用いて製作した後、リードフレーム40の上部に予備鉛(solder perform)を形成し、パッド部411、311、211の上部に半導体電力素子11、サーミスター素子21

及び集積回路素子31などのチップ(chip)を置く。ここで、半導体電力素子11はリードフレーム40の中央部である第1部分41に配置する。その理由は、図1及び図2に基づいて前述したように完成されたモジュールにおいて第1部分41は第2部分42と異なる高さで形成されているため第1部分41はモジュールの外郭により近接するようにして半導体電力素子11から動作中に発生する熱をより容易に放出させるためである。この時、予備鉛は組成比をことにして溶融点を変化させることができるが、約300℃程度の範囲で溶けるように組成比を調節するのが好ましい。

【0034】ここで、パッド部411、311、211、ターミナル43及び内部連結パターンをそれぞれ別途に形成せず、これらは一度のスタンピング工程でリードフレーム40に含まれるように形成するため製造工程を単純化することができる。

【0035】その次に、ダイボンディング(die bonding)工程が終わった後には、金属の導電物質からなる配線を利用してチップ11、21、31の電極とリードフレーム40の対応する部分とを連結させる。この時、配線としては金(Au)またはアルミニウム(Al)系列の金属を主に使用し、ウェッジボンディング(wedge bonding)またはボールボンディング(ball bonding)方式を主に用いる。

【0036】その次に、ワイヤーボンディング(wire bonding)工程を終えた後、チップ11、21、31が実装されているリードフレーム40はパッケージ(package)の外形を決定する鋳型(mold die)でEMC(epoxy molding compound)を利用してリードフレーム40及びチップ11、21、31をモールディング(molding)する。この時、作業は160-170℃の範囲で実施するのが好ましい。

【0037】モールディング工程が終わった後には、薄い板模様を有し $Al_2O_3$ 、 $AlN$ 、 $BeO$ などのように絶縁性及び熱伝導性に優れた物質からなる絶縁体70をパッケージの後面(図1参照)、即ち、リードフレーム40の第1部分41に隣接するように接着剤を利用して付着する。ここで、絶縁体70は熱特性が良好な物質からなり動作中に発生する熱を効果的に放出させ、衝撃から生じる応力を分散させて微細な亀裂の発生を防止しパッケージの損傷を最小化する機能を有する。ここで、接着剤は優れた絶縁性及び熱伝導性を付与するために $Al_2O_3$ 、 $AlN$ 、 $BeO$ などからなる充填剤を含むのが好ましい。また、絶縁体70には付着工程で互いに異なる物質の付着によって発生する曲り変形を防止するために屈曲を形成することができる。本発明の実施例では接着剤を利用して絶縁体70を付着したが、封止材60また

は絶縁体70に環または溝を形成して脱着可能に結合させることもできる。

【0038】このような本発明の実施例による製造方法では防熱板であるヒートシンク(heatsink)を別途に使用せずに絶縁体70を結合させるため製造工程を単純化することができると共に製造費用を最少化することができる。

【0039】図2は本発明の第2実施例による半導体電力モジュールの構造を概略的に示した断面図である。

【0040】大部分の構造は第1実施例と類似しているが、前述のように、熱感知回路を省略し、制御回路30が半導体電力モジュール100の下部に位置したリードフレーム40の第1部分41に形成されていて熱放出の効率を高めることができる。

【0041】

【発明の効果】従って、本発明による半導体電力モジュール及びその製造方法ではターミナルを有し内部連結パターン構造で形成されているリードフレームの中央部を端部と異なる高さで形成し熱特性に優れた絶縁体を利用することによって、製造工程を単純化し製造費用を減少させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による半導体電力モジュールの構造を概略的に示した断面図である。

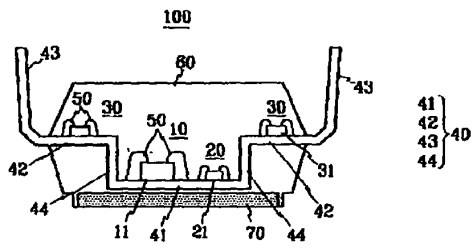
【図2】本発明の一実施例による半導体電力モジュール用リードフレームの構造を示した平面図である。

【図3】本発明の他の実施例による半導体電力モジュールの構造を概略的に示した断面図である。

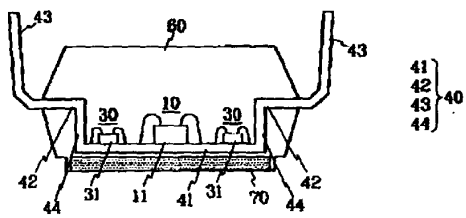
【符号の説明】

- 10 電力回路
- 11 半導体電力素子
- 20 熱感知回路
- 21 サーミスター素子
- 30 制御回路
- 31 集積回路素子
- 40 リードフレーム
- 43 ターミナル
- 44 屈曲部
- 45 連結部
- 50 配線
- 60 封止材
- 70 絶縁体
- 100 半導体電力モジュール
- 211 感知パッド部
- 311 制御パッド部
- 411 電力パッド部
- 401 開口部

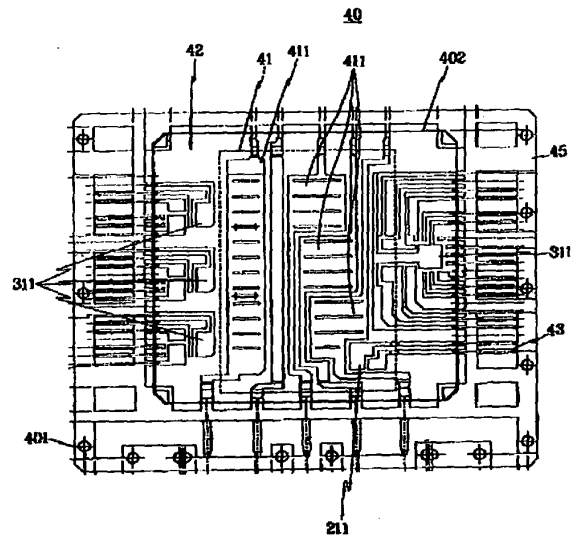
【図1】



【図3】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 李 銀鎭  
大韓民国京畿道富川市素砂區素砂本3洞  
403斗山アパート103棟801号

(72)発明者 林 承園  
大韓民国京畿道安養市東安區冠陽1洞1376  
-8羅光ビラ302号